

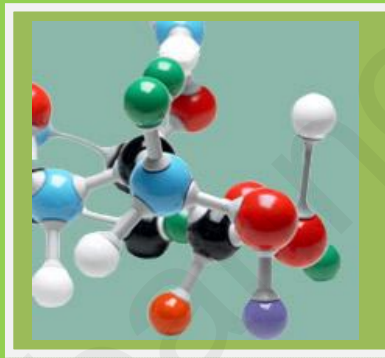
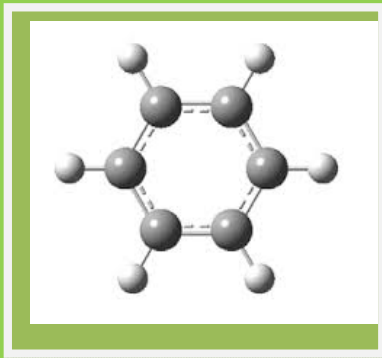
## ชุดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ (5E)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชุด เคมีอินทรีย์

ชุดที่ 2

# ไอโซเมอร์



นายฐิติสิทธิ์ นิลโสม

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการ

โรงเรียนสามชัย

อำเภอสามชัย จังหวัดกาฬสินธุ์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

## คำนำ

การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยจัดทำให้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาความรู้ด้วยตัวเองซึ่งผู้เรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ (5E) ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีขั้นตอนเป็นการจัดการเรียนแบบกิจกรรมกลุ่ม จึงมีความจำเป็นต้องจัดทำคู่มือในการใช้ชุดกิจกรรมวิชาเคมี 5 รหัส ว30225 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยมีชุดกิจกรรมดังนี้

1. พันธะของคาร์บอน
2. ไอโซเมอร์
3. หมู่ฟังก์ชัน
4. สมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
5. แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์
6. แอลดีไฮด์ คีโตน
7. กรดอินทรีย์
8. เอสเทอร์
9. เอมีน เอไมด์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชา เคมี 5 ว30225 ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน ใบความรู้ เอกสารแนะนำ แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบหลังเรียน ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนนักเรียนและผู้สนใจขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้คำปรึกษาให้ข้อคิดให้คำแนะนำจนสำเร็จอย่างดียิ่ง

จิตติสัท นิลโสม

พฤศจิกายน 2555

## สารบัญ

หน้า

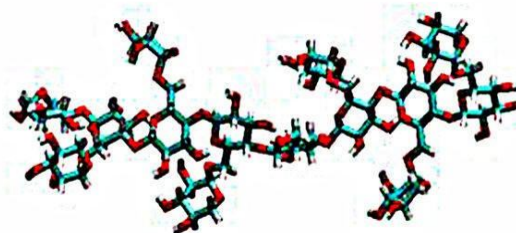
คำนำ

คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรม(สำหรับครู)	1
คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรม(สำหรับนักเรียน)	2
ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไอโซเมอร์	3
มาตรฐานการเรียนรู้	3
มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	3
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	3
จุดประสงค์การเรียนรู้	4
สาระการเรียนรู้	4
แบบทดสอบก่อนเรียน	5
ขั้นสร้างความสนใจ	
กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ไอโซเมอร์	7
ขั้นสำรวจและค้นหา	
ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ไอโซเมอร์	8
กิจกรรมที่ 2 การทดลองเรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์	10
จุดประสงค์การทดลอง	10
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	12
ขั้นขยายความรู้	
แบบฝึกหัดเสริมทักษะที่ 1	13
ขั้นประเมินผล	
แผนภาพเวนน	14
แผนผังสรุปความคิดรวบยอด	15
แบบทดสอบหลังเรียน	16
ใบความรู้ที่ 2 ไอโซเมอร์	18
เอกสารเสริมทักษะที่ 1 แก๊สธรรมชาติมีประโยชน์นานาประการ	20
เฉลยแนวคำตอบ	21
บรรณานุกรม	26

คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
ชุดที่ 2 เรื่อง ไอโซเมอร์  
(สำหรับครู)

การศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไอโซเมอร์ โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

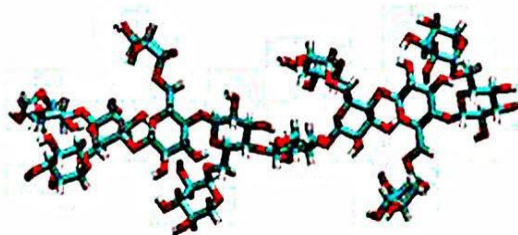
1. จัดเตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย
  - 1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้
  - 1.2 แบบทดสอบก่อนเรียน
  - 1.3 บัตรกิจกรรมที่ 1
  - 1.4 ใบความรู้ที่ 1
  - 1.5 กิจกรรมที่ 2 การทดลองเรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์
  - 1.6 แบบฝึกหัดเสริมทักษะที่ 1
  - 1.7 แบบทดสอบหลังเรียน
  - 1.8 ใบความรู้ที่ 2
  - 1.9 กิจกรรมเสริมทักษะที่ 1 แก๊สธรรมชาติมีประโยชน์นานาประการ  
(ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ท้องถิ่น: กิจกรรมนอกเวลาเรียน)
  - 1.10 เฉลยแบบฝึกหัด
2. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไอโซเมอร์ เวลา 2 ชั่วโมง
3. จัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง ให้เพียงพอต่อจำนวนของนักเรียน
4. จัดชั้นเรียนให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มเพื่อฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น
5. แนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจกระตือรือร้น ใฝ่เรียนรู้ กล้าแสดงออก มีความสามัคคีและทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้จัดกิจกรรมโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ



คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
ชุดที่ 2 เรื่อง ไอโซเมอร์  
(สำหรับนักเรียน)

การศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไอโซเมอร์ โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความซื่อสัตย์และความตั้งใจเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้โดยขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาคำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนให้ละเอียดก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม
  - 1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้
  - 1.2 แบบทดสอบก่อนเรียน
  - 1.3 บัตรกิจกรรมที่ 1
  - 1.4 ใบความรู้ที่ 1
  - 1.5 กิจกรรมที่ 2 การทดลองเรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์
  - 1.6 แบบฝึกหัดเสริมทักษะที่ 1
  - 1.7 แบบทดสอบหลังเรียน
  - 1.8 ใบความรู้ที่ 2
  - 1.9 กิจกรรมเสริมทักษะที่ 1 ศึกษาประโยชน์ของสารประกอบอินทรีย์  
(ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ท้องถิ่น: กิจกรรมนอกเวลาเรียน)
  - 1.10 เฉลยแบบฝึกหัด
2. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมแล้วให้นำอุปกรณ์ไปทำความสะอาดเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย
3. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ครบถ้วนแล้วให้ตรวจสอบคำตอบจากใบเฉลยกิจกรรม
4. เมื่อนักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมจบแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนพร้อมทั้งตรวจคำตอบ โดยดูจากเฉลย



## ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไอโซเมอร์

### สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

**มาตรฐาน ว 3.1** เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

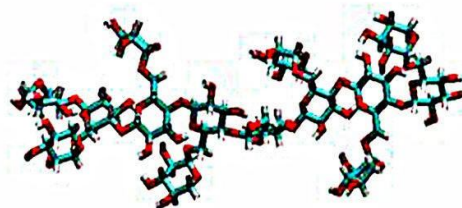
**มาตรฐาน ว 8.1** ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

### มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นม.4-6

วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงสร้างโมเลกุลและในโมเลกุลของสาร

### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ได้
2. ทำการทดลองและอธิบายเกี่ยวกับการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารอินทรีย์ได้



## จุดประสงค์การเรียนรู้

### ด้านความรู้

1. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ได้
2. ทำการทดลองเกี่ยวกับการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ได้
3. อธิบายเกี่ยวกับการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ได้

### ด้านทักษะกระบวนการ

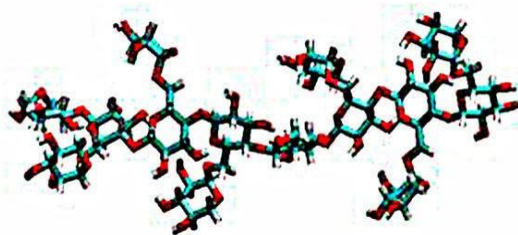
1. กระบวนการกลุ่ม
2. วางแผนการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง
3. นำเสนอข้อสรุปและเขียนรายงานผลการทดลอง

### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. เข้าเรียน ปฏิบัติกิจกรรม มีวินัย มีความซื่อสัตย์ และส่งงานตรงเวลา
2. ร่วมมือในการเรียน แสวงหาความรู้ ตอบคำถาม ยอมรับความคิดเห็นผู้อื่นและแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
3. รักษาความสะอาดของผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

## สาระการเรียนรู้

**ไอโซเมอร์ (isomerism)** หมายถึง ปรากฏการณ์ที่สารต่างชนิดกัน โครงสร้างต่างกันแต่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน หรืออาจกล่าวได้ว่าสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลสูตรหนึ่งอาจมีสูตรโครงสร้างได้หลายโครงสร้าง ทำให้เกิดสารประกอบที่ต่างกันหลายชนิด ที่พบในธรรมชาติ เช่น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีสูตรโมเลกุล  $C_6H_{12}O_6$  อาจเป็นกลูโคส ฟรักโทส หรือกาแลกโทส ก็ได้ ซึ่งฟรักโทสจะมีความหนาแน่นมากที่สุด และกาแลกโทสเกือบไม่หวาน



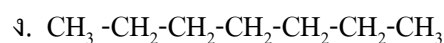
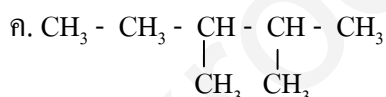
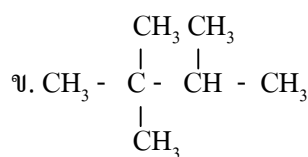
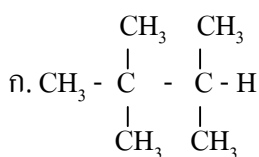
แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 2  
เรื่อง ไอโซเมอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ได้
2. ทำการทดลองเกี่ยวกับการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ได้
3. อธิบายเกี่ยวกับการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ได้

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง  
คำตอบเดียว

1. ไอโซเมอร์ชนิดใดต่อไปนี้ ที่มีจุดเดือดสูงสุด



2. ข้อใดคือความหมายของไอโซเมอร์ซีม

- ก. ปรากฏการณ์ที่สารระเหยเป็นไอโดยการระเหิด
- ข. ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรโมเลกุลต่างกัน แต่สูตรโครงสร้างเหมือนกัน
- ค. ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่สูตรโครงสร้างต่างกัน
- ง. ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรโมเลกุลคล้ายคลึงกัน แต่สูตรโครงสร้างต่างกัน

3.  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$  และ  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$  เป็นไอโซเมอร์กันเพราะเหตุใด

1. มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน คือ  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
2. มีสูตรโครงสร้างต่างกัน
3. สารทั้งสองตัวมีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน

ก. ข้อ 1

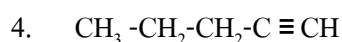
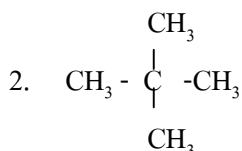
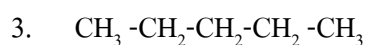
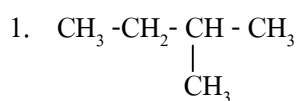
ข. ข้อ 1 และ 2

ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 1, 2 และ 3



4. จงพิจารณาจุดเดือดของสารประกอบต่อไปนี้



สารประกอบคู่ใดมีจุดเดือดต่ำสุด และสูงสุด

ก. ข้อ 1 และ 4

ข. ข้อ 2 และ 4

ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 3 และ 4

5. ข้อใดเป็นหลักการพิจารณาการเกิดไอโซเมอร์

1. พิจารณาโครงสร้างของโมเลกุล

2. พิจารณาวามีสูตรโมเลกุลเหมือนกันหรือไม่

3. พิจารณาวามีธาตุที่เป็นองค์ประกอบเป็นธาตุอย่างเดียวกัน

ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 1 และ 3

ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 1, 2 และ 3

6. สารประกอบใดที่ไม่สามารถเป็นไอโซเมอร์กันได้ เมื่อมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากัน

ก. แอลคีนกับไซโคลแอลคีน

ข. แอลเคนกับไซโคลแอลเคน

ค. แอลเคนกับแอลคีน

ง. แอลคีนและไซโคลแอลเคน

7. สารอินทรีย์ชนิดหนึ่งประกอบด้วย C 61.02%, H 15.25 % และ N 23.73 % โดยมวล ถ้าสารประกอบนี้มีสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลอย่างเดียวกันจะหาคำนวณไอโซเมอร์ได้เท่าใด (N = 14, C = 12, H = 1)

ก. 3

ข. 4

ค. 5

ง. 6

8. จากสูตรโมเลกุล  $\text{C}_4\text{H}_8$  เขียนสูตรโครงสร้างที่เป็นไอโซเมอร์ซึ่งกันและกันได้กี่แบบ

ก. 3 แบบ

ข. 4 แบบ

ค. 5 แบบ

ง. 6 แบบ

9. สารอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  จะมีไอโซเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบวงได้มากที่สุดกี่ไอโซเมอร์

ก. 3 ไอโซเมอร์

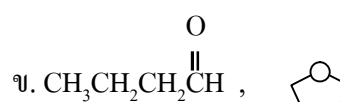
ข. 4 ไอโซเมอร์

ค. 5 ไอโซเมอร์

ง. 6 ไอโซเมอร์

10. สารคู่ใดจัดเป็นไอโซเมอร์ซึ่งกันและกัน

ก.  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$



ค.  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$

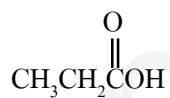
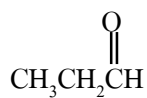
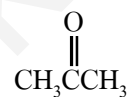
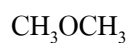
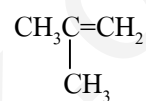
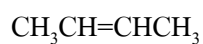
ง.  $\text{CH}_3\text{NHCH}_2\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NHCH}_3$

บัตรกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ไอโซเมอร์

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาสารประกอบที่กำหนดให้



จากสารประกอบที่กำหนดให้ นำมาจัดเข้ากลุ่มที่กำหนดให้ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบการจัดเข้ากลุ่ม

$\text{C}_4\text{H}_8$	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$



ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกปัญหาที่นักเรียนต้องการศึกษามากที่สุดเพียงปัญหาเดียว



ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาที่เราต้องการศึกษา

## 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

### ใบความรู้ที่ 1

#### ไอโซเมอร์ (Isomerism)

คือ ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตร โมเลกุลเหมือนกันแต่มีสูตร โครงสร้างต่างกัน

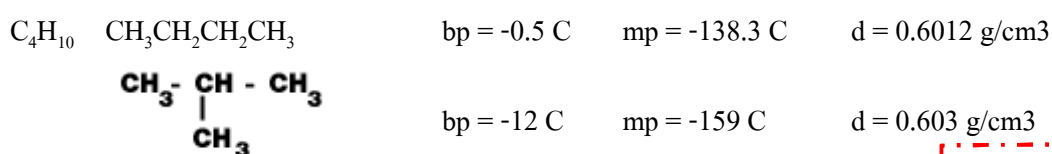
**ไอโซเมอร์ (Isomer)** คือ สารที่มีสูตร โมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสูตร โครงสร้างต่างกัน เช่น



สารที่เป็น ไอโซเมอร์กัน ถ้ามีหมู่ฟังก์ชันเหมือนกันก็พบว่ามีสมบัติทางกายภาพต่างกันแต่สมบัติทางเคมีเหมือนกัน

สารที่เป็น ไอโซเมอร์กัน ถ้ามีหมู่ฟังก์ชันต่างกันก็จะพบว่ามีสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีต่างกัน

ไอโซเมอร์ของสารอินทรีย์ใดที่คาร์บอนต่อกันเป็นโซ่สายยาวจะมีจุดเดือด จุดหลอมเหลว และความหนาแน่นสูงกว่าไอโซเมอร์ของสารอินทรีย์ที่มีคาร์บอนต่อกันแตกกิ่งก้านสาขาเพราะไอโซเมอร์ที่คาร์บอนต่อกันเป็นโซ่สายยาวจะมีขนาดใหญ่และมีพื้นที่ผิวมากกว่าทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล คือแรงแวนเดอร์วาลส์สูงกว่าไอโซเมอร์ที่คาร์บอนต่อกันมีกิ่งก้านสาขาเช่น



### หลักการเขียนไอโซเมอร์

สารอินทรีย์ที่มีคาร์บอนอะตอมประมาณ 3 - 4 อะตอมขึ้นไปสามารถเกิดไอโซเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบต่าง ๆ กัน และถ้าคาร์บอนอะตอมมากขึ้นก็จะมีจำนวนไอโซเมอร์เพิ่มขึ้นแต่จะมีจำนวนเท่าไร ไม่มีสูตรที่จะใช้ในการคำนวณที่แน่นอนและจะทราบจำนวนไอโซเมอร์ของสารอินทรีย์ได้ต้องเขียนและพิจารณาเอง การเขียนไอโซเมอร์ต้องเริ่มจากไอโซเมอร์ที่มีคาร์บอนต่อกันเป็นสายยาวที่สุดก่อน แล้วจึงลดจำนวนคาร์บอนอะตอมทีละอะตอมลงในสายยาวของคาร์บอนที่ต่อกัน โดยนำมาต่อเป็นสาขาที่ตำแหน่งต่าง ๆ ขณะเดียวกันต้องระวังพิจารณาว่ารูปร่างโครงสร้างที่เขียนซ้ำหรือไม่ การเขียนก็ให้เขียนเฉพาะ คาร์บอนอะตอมก่อนแล้วจึงเติมไฮโดรเจนที่หลังแล้วเช็คว่าสูตรตรงกับที่โจทย์ให้หรือไม่

**สรุป** ไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมเท่ากันจำนวนไอโซเมอร์ที่เกิดขึ้นในสารพวกเดียวกันเองแต่ละชนิดเรียงจากมากไปหาน้อยดังนี้

**ตาราง แสดงจำนวนไอโซเมอร์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นแอลเคน แอลคีน และแอลไคน์ที่มี จำนวนคาร์บอนต่าง ๆ กัน**

จำนวน C อะตอม ในสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	จำนวนไอโซเมอร์		
	แอลเคน	แอลคีน	แอลไคน์
$C_4$	2	3	2
$C_5$	3	5	3
$C_6$	5	13	7

**หมายเหตุ** จำนวนไอโซเมอร์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแต่ละชนิดไม่รวม

ไอโซเมอร์พวก cyclic aliphatic hydrocarbon เช่น cycloalkane cycloalkene และ ไม่รวมไอโซเมอร์พวกที่เกิด cis\_ และ trans

## บัตรกิจกรรมที่ 2

### เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์

สมาชิกในกลุ่ม

- 1.....
- 2.....
- 3.....

### จุดประสงค์การทดลอง

1. ต่อแบบจำลองแสดงโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แบบต่างๆ ตามจำนวนอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนที่กำหนดได้
2. เขียนโครงสร้างลิวิซของแต่ละไอโซเมอร์ได้
3. อธิบายการเกิดไอโซเมอร์และผลของการเกิดไอโซเมอร์ได้

### อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
-	
อุปกรณ์	
1. แบบจำลองลูกกลมพลาสติกสีดำเจาะ 4 รูแทนอะตอมของคาร์บอน	5 ลูก
2. แบบจำลองลูกกลมพลาสติกสีขาวเจาะ 1 รูแทนอะตอมของไฮโดรเจน	12 ลูก
3. ก้านพลาสติก	16 อัน

### อภิปรายก่อนการทดลอง

ในกรณีที่มีแบบจำลองลูกกลมพลาสติกสีขาวไม่เพียงพออาจไม่ต้องใช้ก็ได้ โดยให้ถือว่าปลายก้านพลาสติกด้านตรงข้ามกับอะตอมของคาร์บอนแทนอะตอมของไฮโดรเจน

### วิธีการทดลอง

1. ใช้แบบจำลองอะตอมที่เป็นลูกพลาสติกกลม โดยให้สีดำแทนอะตอมของคาร์บอน สีขาวแทนอะตอมของไฮโดรเจน และใช้ก้านไม้หรือก้านพลาสติกแทนพันธะ

2. นำลูกกลมสีดำจำนวน 5 ลูกมาต่อกันด้วยก้านพลาสติกให้เป็นสายยาว แล้วต่อลูกกลมสีขาวเข้ากับอะตอมของคาร์บอนให้ครบทุกพันธะ บันทึกผลโดยเขียนเป็นโครงสร้างลิวอิส
3. เปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุลจากข้อ 2 ให้เป็นแบบโซ่กิ่ง โดยใช้ลูกกลมและก้านพลาสติกเท่าเดิม บันทึกผลโดยเขียนเป็นโครงสร้างลิวอิส

#### ตารางบันทึกผลการทดลอง

แบบที่	แบบจำลองโมเลกุล 3 มิติ	สูตรโครงสร้างลิวอิส
1		
2		
3		

จากผลการทดลอง นักเรียนอธิบายการเกิดไอโซเมอร์และผลของการเกิดไอโซเมอร์

.....

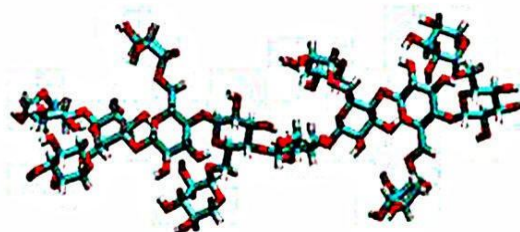
.....

.....

.....

.....

.....



### 3. ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำข้อมูลจากการทดลองเรื่อง สมบัติบางประการของเอทานอลและกรดแอซิก ร่วมกันตอบคำถามและอภิปรายสรุปผลการทดลอง

1. เมื่อต่อคาร์บอน 4 อะตอมต่อกันมีโครงสร้างต่างกันกี่ไอโซเมอร์ จะมีรูปร่างโครงสร้างอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

2. เมื่อต่อคาร์บอน 5 อะตอมต่อกันมีโครงสร้างต่างกันกี่ไอโซเมอร์ จะมีรูปร่างโครงสร้างอย่างไร

.....

.....

.....

3. เมื่อต่อคาร์บอน 6 อะตอมต่อกันมีโครงสร้างต่างกันกี่ไอโซเมอร์ จะมีรูปร่างโครงสร้างอย่างไร

.....

.....

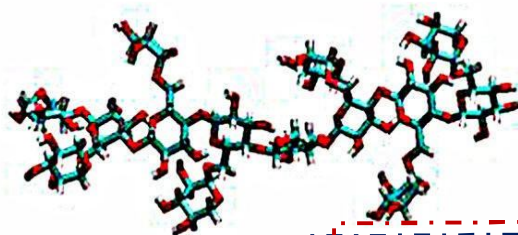
.....

4. จากการทดลองสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

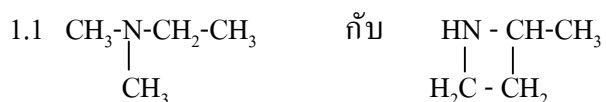


#### 4. ขยายความรู้ (Elaboration)

##### แบบฝึกหัดเสริมทักษะที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ไอโซเมอร์ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

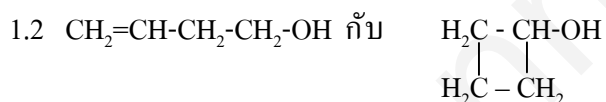
1. วิเคราะห์สารต่อไปนี้ว่าเป็นไอโซเมอร์กันหรือไม่ พร้อมทั้งแสดงเหตุผล



.....

.....

.....



.....

.....

.....



.....

.....

.....

2. สารที่มีสูตรโมเลกุล  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  มีสูตรโครงสร้างที่เป็นไปได้จำนวนกี่ไอโซเมอร์  
จงแสดง

.....

.....

.....

.....

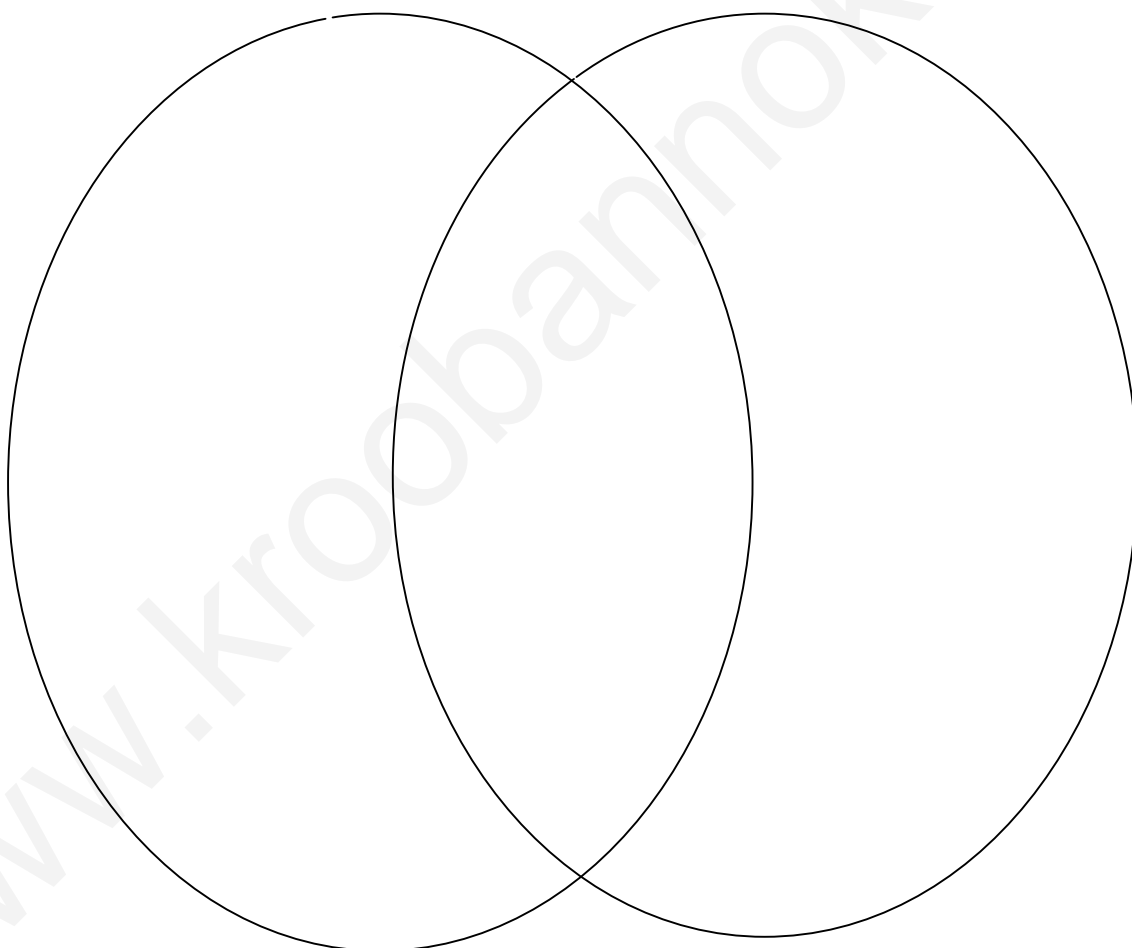
.....



### 5. ขั้นประเมิน (Evaluation)

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดตอบปัญหาจากเรื่องที่ได้ศึกษา

1. นักเรียนเขียนแผนภาพเวนนิง เพื่อแสดงการเปรียบเทียบสมบัติของสารที่เป็นไอโซเมอร์กัน



2. ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิดจากเรื่องที่ได้ศึกษา

ไอโซเมอร์

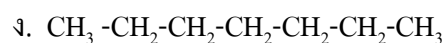
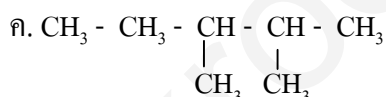
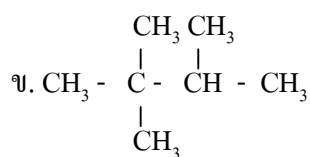
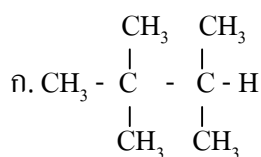
แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 2  
เรื่อง ไอโซเมอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ได้
2. ทำการทดลองเกี่ยวกับการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ได้
3. อธิบายเกี่ยวกับการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ได้

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง  
คำตอบเดียว

1. ไอโซเมอร์ชนิดใดต่อไปนี้ ที่มีจุดเดือดสูงสุด



2. ข้อใดคือความหมายของไอโซเมอร์ซึม

- ก. ปรากฏการณ์ที่สารระเหยเป็นไอโดยการระเหิด
- ข. ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรโมเลกุลต่างกัน แต่สูตรโครงสร้างเหมือนกัน
- ค. ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่สูตรโครงสร้างต่างกัน
- ง. ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรโมเลกุลคล้ายคลึงกัน แต่สูตรโครงสร้างต่างกัน

3.  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$  และ  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$  เป็นไอโซเมอร์กันเพราะเหตุใด

1. มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน คือ  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
2. มีสูตรโครงสร้างต่างกัน
3. สารทั้งสองตัวมีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน

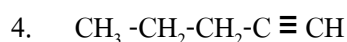
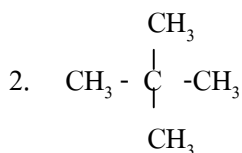
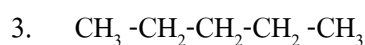
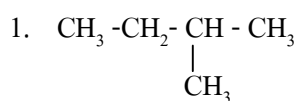
ก. ข้อ 1

ข. ข้อ 1 และ 2

ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 1, 2 และ 3

4. จงพิจารณาจุดเดือดของสารประกอบต่อไปนี้



สารประกอบคู่ใดมีจุดเดือดต่ำสุด และสูงสุด

ก. ข้อ 1 และ 4

ข. ข้อ 2 และ 4

ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 3 และ 4

5. ข้อใดเป็นหลักการพิจารณาการเกิดไอโซเมอร์

1. พิจารณาโครงสร้างของโมเลกุล

2. พิจารณามีสูตรโมเลกุลเหมือนกันหรือไม่

3. พิจารณามีธาตุที่เป็นองค์ประกอบเป็นธาตุอย่างเดียวกัน

ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 1 และ 3

ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 1, 2 และ 3

6. สารประกอบใดที่ไม่สามารถเป็นไอโซเมอร์กันได้ เมื่อมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากัน

ก. แอลคีนกับไซโคลแอลคีน

ข. แอลเคนกับไซโคลแอลเคน

ค. แอลเคนกับแอลคีน

ง. แอลคีนและไซโคลแอลเคน

11. สารอินทรีย์ชนิดหนึ่งประกอบด้วย C 61.02%, H 15.25 % และ N 23.73 % โดยมวล

ถ้าสารประกอบนี้มีสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลอย่างเดียวกันจะมีจำนวนไอโซเมอร์ได้เท่าใด (N = 14, C = 12, H = 1)

ก. 3

ข. 4

ค. 5

ง. 6

12. จากสูตรโมเลกุล  $\text{C}_4\text{H}_8$  เขียนสูตรโครงสร้างที่เป็นไอโซเมอร์ซึ่งกันและกันได้กี่แบบ

ก. 3 แบบ

ข. 4 แบบ

ค. 5 แบบ

ง. 6 แบบ

13. สารอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  จะมีไอโซเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบวงได้มากที่สุดกี่ไอโซเมอร์

ก. 3 ไอโซเมอร์

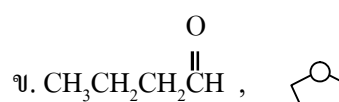
ข. 4 ไอโซเมอร์

ค. 5 ไอโซเมอร์

ง. 6 ไอโซเมอร์

14. สารคู่ใดจัดเป็นไอโซเมอร์ซึ่งกันและกัน

ก.  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$



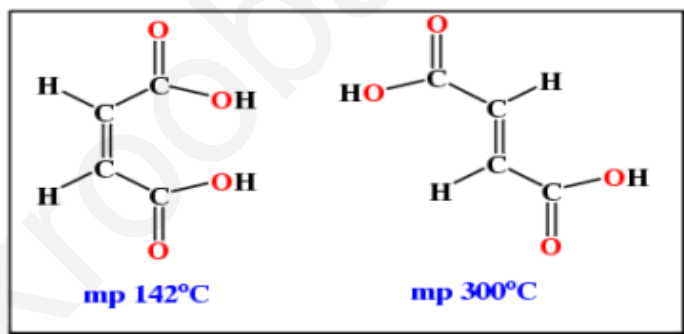
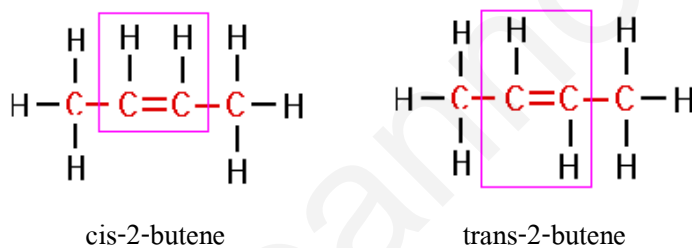
ค.  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$

ง.  $\text{CH}_3\text{NHCH}_2\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NHCH}_3$

## ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ไอโซเมอร์

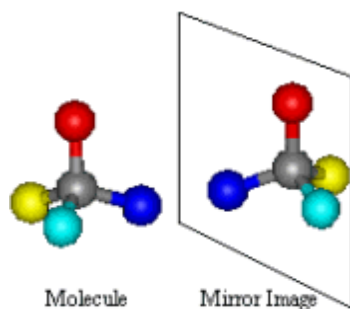
**Stereoisomer** คือ ไอโซเมอร์ที่เกิดจากสารมีโครงสร้างและพันธะเหมือนกันแต่อะตอมหรือกลุ่มอะตอมจัดเรียงตัวในตำแหน่งต่างกัน มี ประเภทคือ

**2.1 ไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometrical Isomer)** เกิดจากสารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันมีพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนตำแหน่งเดียวกันซึ่งพันธะ C=C ไม่สามารถหมุนได้อย่างอิสระ ทำให้อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่เหมือนกันซึ่งเกาะที่คาร์บอนทั้งสองอะตอมจัดเรียงตัวแตกต่างกันเช่น จัดเรียงตัวในทิศเดียวกัน(cis-isomer) หรือจัดเรียงตัวในทิศตรงข้ามกัน(trans-isomer) ดังตัวอย่าง



ไอโซเมอร์ของ butenedioic acid แบบ cis และ trans

**2.2 Optical Isomer** เป็น ไอโซเมอร์ที่เกิดจากการจัดเรียงตัวของอะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่มีลักษณะเหมือนภาพในกระจกเงาดังตัวอย่างซึ่งเมื่อนำโมเลกุลมาซ้อนทับกันจะไม่สามารถทับกันได้สนิท และเมื่อผ่านแสงโพลาไรซ์ไปยังสารละลายของสารไอโซเมอร์แสงจะเบนไปจากแนวเดิมในทิศทางตรงข้ามกัน



### การเกิดไอโซเมอร์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

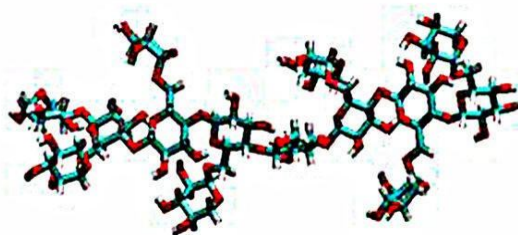
สารประกอบไฮโดรคาร์บอนคือสารประกอบของคาร์บอนที่ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนเท่านั้นเนื่องจากสารไอโซเมอร์ คือสารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน การเขียนสูตรโครงสร้างไอโซเมอร์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจึงเน้นให้มีลักษณะของสูตรโครงสร้างต่างกัน ซึ่งทำได้ดังนี้

1. เปลี่ยนตำแหน่งของคาร์บอนจากโซ่ตรงเป็นโซ่กิ่ง
2. เปลี่ยนตำแหน่งของพันธะคู่ หรือ พันธะสาม
3. เปลี่ยนทั้งตำแหน่งของพันธะคู่หรือพันธะสาม และตำแหน่งของโซ่กิ่ง

### การพิจารณาสารไอโซเมอร์

สารที่เป็นไอโซเมอร์กันมีลักษณะดังนี้

1. ต้องมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน นั่นคือ เกิดจากอะตอมชนิดเดียวกันอะตอมแต่ละชนิดมีจำนวนเท่ากัน
2. ต้องมีสูตรโครงสร้างต่างกันถ้ามีสูตรโครงสร้างเหมือนกันแสดงว่าเป็นสารชนิดเดียวกันไม่ใช่สารไอโซเมอร์



## เอกสารเสริมทักษะที่ 1

แก๊สธรรมชาติมีประโยชน์นานาประการ



ความหลากหลายในการใช้ประโยชน์เป็นคุณสมบัติอันโดดเด่นของแก๊สธรรมชาติที่ทำให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกหันมาใช้แก๊สธรรมชาติกันมากขึ้น

- ใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม และเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์

- เมื่อนำแก๊สธรรมชาติมาแยกออกเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ สามารถนำไปใช้ประโยชน์หลากหลาย ได้แก่

- o แก๊สอีเทน ( $C_2$ ) เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นสำหรับผลิตเม็ดพลาสติกและเส้นใยพลาสติกชนิดต่างๆ

- o แก๊สโพรเพน ( $C_3$ ) เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นสำหรับผลิตเม็ดพลาสติกและเส้นใยพลาสติกชนิดต่างๆ

- o แก๊สปิโตรเลียมเหลว ( $C_3 + C_4$ ) เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนรถยนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม - แก๊สธรรมชาติเหลว ( $C_5$ ) ใช้ในโรงงานกลั่นน้ำมัน ซึ่งจะได้ผลผลิตน้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้น และใช้เป็นตัวทำละลายในโรงงานอุตสาหกรรม แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) ใช้ในอุตสาหกรรมหล่อเหล็ก เชื่อมเหล็ก เครื่องดับเพลิง น้ำอัดลม การถนอมอาหาร และทำฝนเทียม

### แนวคำตอบ

#### เฉลยแบบทดสอบ

ข้อที่	แบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน
1	ง	ง
2	ก	ก
3	ง	ง
4	ข	ข
5	ง	ง
6	ง	ง
7	ก	ก
8	ก	ก
9	ง	ง
10	ง	ง

### เฉลยคำตอบในกิจกรรม

#### 1. จัณนำเข้าสู่บทเรียน

จากสารประกอบที่กำหนดให้ นำมาจัดเข้ากลุ่มที่กำหนดให้ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบการจัดเข้ากลุ่ม



จากสารประกอบที่กำหนดให้ นำมาจัดเข้ากลุ่มที่กำหนดให้ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบการจัดเข้ากลุ่ม

$C_4H_8$	$C_3H_6O$	$C_2H_6O$
$CH_2=CHCH_2CH_3$ $CH_3CH=CHCH_3$ $\begin{array}{c} CH_3C=CH_2 \\   \\ CH_3 \end{array}$ $CH_3CH_2CH_2CH_3$ $CH_3CH(CH_3)CH_3$	$\begin{array}{c} O \\    \\ CH_3CCH_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} O \\    \\ CH_3CH_2CH \end{array}$	$CH_3CH_2OH$ $CH_3OCH_3$



## 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

### ตัวอย่างผลการทดลอง

แบบที่	แบบจำลองโมเลกุล 3 มิติ	สูตรโครงสร้างลิวอิส
1		$  \begin{array}{ccccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \\  &   &   &   &   &   & \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{H} \\  &   &   &   &   &   & \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} &   \end{array}  $
2		$  \begin{array}{ccccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \\  &   &   &   &   & & \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{H} & \\  &   & &   &   & & \\  & \text{H} & & \text{H} & \text{H} & & \\  & & &   & & & \\  & & & \text{H} - \text{C} - \text{H} & & & \\  & & &   & & & \\  & & & \text{H} & & &   \end{array}  $
3		$  \begin{array}{ccccccc}  & & & \text{H} & & & \\  & & &   & & & \\  & & & \text{H} - \text{C} - \text{H} & & & \\  & & &   & & & \\  & & & & & & \\  & & \text{H} & & \text{H} & & \\  & &   & &   & & \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{H} & & \\  &   & &   & & & \\  & \text{H} & & \text{H} & & & \\  & & &   & & & \\  & & & \text{H} - \text{C} - \text{H} & & & \\  & & &   & & & \\  & & & \text{H} & & &   \end{array}  $

จากผลการทดลองนักเรียนอธิบายการเกิดพันธะของคาร์บอนกับคาร์บอนและคาร์บอนกับไฮโดรเจนได้อย่างไร

**แนวคำตอบ :** เมื่อต่อคาร์บอน 5 อะตอมและไฮโดรเจน 12 อะตอมด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมดจะได้โครงสร้าง 3 แบบหรือ 3 ไอโซเมอร์

### 3. ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. เมื่อต่อคาร์บอน 4 อะตอมต่อกันมีโครงสร้างต่างกันได้ไอโซเมอร์ จะมีรูปร่างโครงสร้างอย่างไรบ้าง

ตอบ : มี 2 ไอโซเมอร์ คือ  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  และ  $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

2. เมื่อต่อคาร์บอน 5 อะตอมต่อกันมีโครงสร้างต่างกันได้ไอโซเมอร์ จะมีรูปร่างโครงสร้างอย่างไร

ตอบ : มี 3 ไอโซเมอร์ คือ  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  ,  $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  และ  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

3. เมื่อต่อคาร์บอน 6 อะตอมต่อกันมีโครงสร้างต่างกันได้ไอโซเมอร์ จะมีรูปร่างโครงสร้างอย่างไร

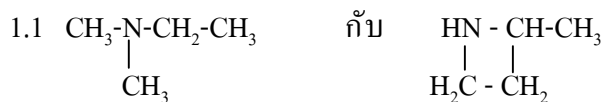
ตอบ : มี 5 ไอโซเมอร์ คือ  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  ,  $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  ,  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$  ,  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCHCH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$  และ  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

4. จากการทดลองสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

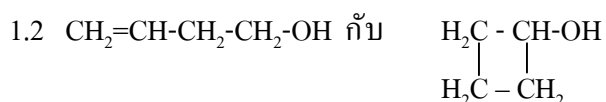
ตอบ : ไอโซเมอร์ คือสารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสูตรโครงสร้างที่แตกต่างกัน ซึ่งจำนวนของไอโซเมอร์ขึ้นอยู่กับจำนวนอะตอมของคาร์บอน

#### 4. ขั้นขยายความรู้

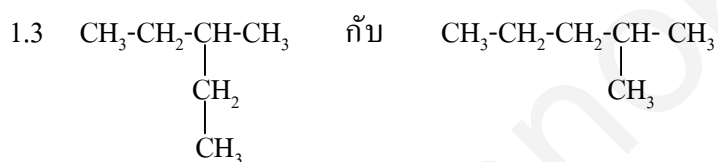
1. วิเคราะห์สารต่อไปนี้ว่าเป็นไอโซเมอร์กันหรือไม่ พร้อมทั้งแสดงเหตุผล



ตอบ : ไม่เป็นไอโซเมอร์กัน เพราะมีสูตรโมเลกุลที่ต่างกัน

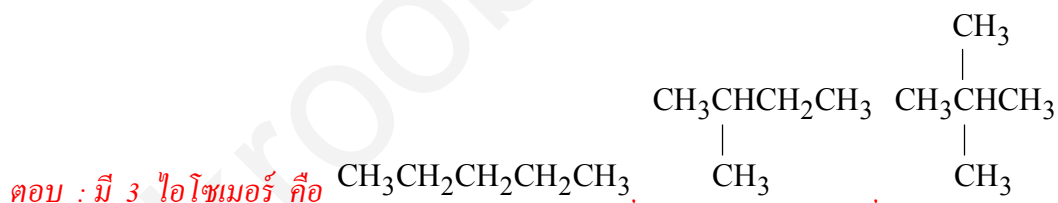


ตอบ : เป็นไอโซเมอร์กัน เพราะมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน



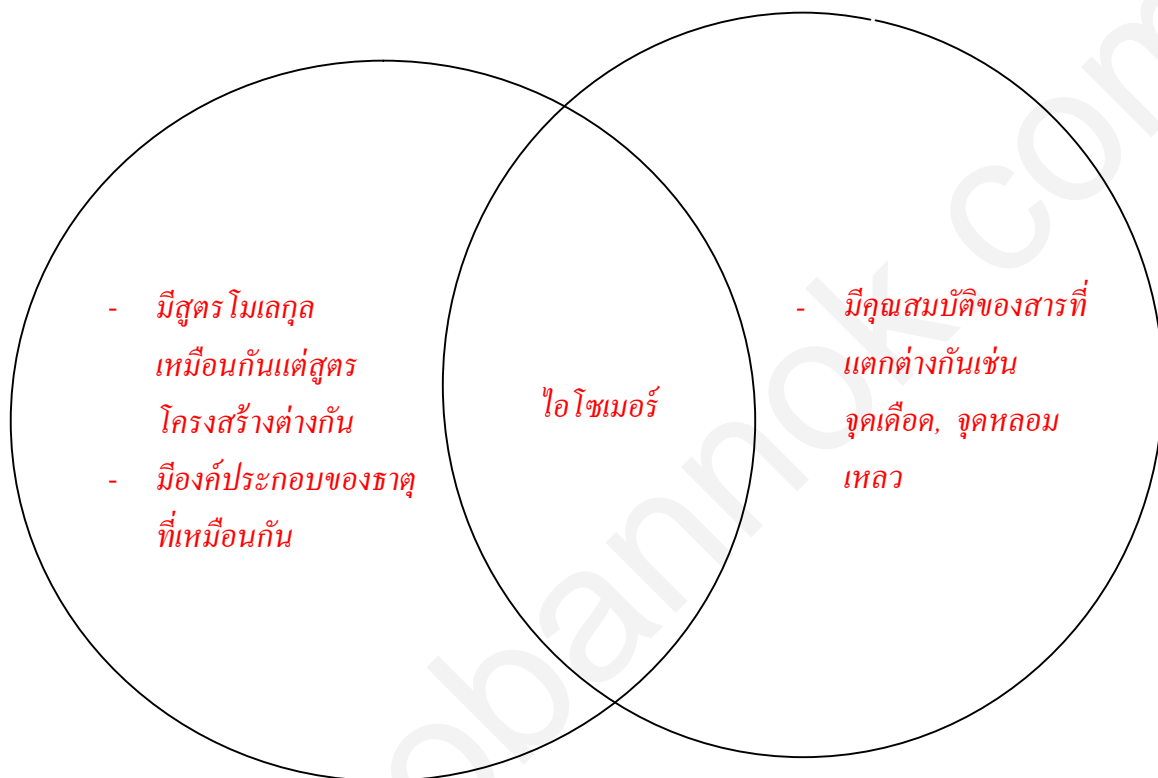
ตอบ : เป็นไอโซเมอร์กัน เพราะมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน

2. สารที่มีสูตรโมเลกุล  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  มีสูตรโครงสร้างที่เป็นไปได้จำนวนกี่ไอโซเมอร์  
จงแสดง



## 5. ขั้นประเมินผล

1. นักเรียนเขียนแผนภาพเวนนีเพื่อแสดงการเปรียบเทียบสมบัติของสารที่เป็นไอโซเมอร์กัน



### บรรณานุกรม

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน. (2554). **คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมีเล่ม5**. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมีเล่ม 5**. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่6.(2554) กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.

สำราญ พฤษสุนทร. (2549). **สรุปและตะลุยโจทย์เคมี ม. 6 เล่ม 5**. กรุงเทพฯ : พ.ศ. พัฒนา  
รศ. ดร.นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์, รศ.คณิดา ตั้งคณานุรักษ์, (2554).**Compact เคมี ม. 6 เล่ม 5**.  
กรุงเทพฯ : แม็ค.

สุทัศน์ ไตรสถิตวร. (มปป).**เคมี ม. 5 เล่ม 4 ว033**. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.